

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-335894

(43)Date of publication of application : 17.12.1996

(51)Int.Cl.

H04B 3/06

H03H 21/00

H04L 27/01

(21)Application number : 07-142885

(71)Applicant : HITACHI LTD  
HITACHI VIDEO IND INF SYST  
INC

(22)Date of filing : 09.06.1995

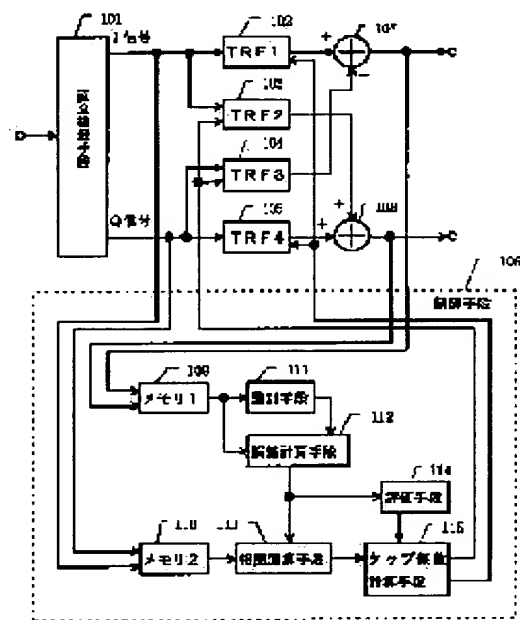
(72)Inventor : AKIYAMA MORIYOSHI  
SUZUKI SUNAO  
SHIROSUGI TAKATOSHI  
NODA TSUTOMU

## (54) WAVEFORM EQUALIZATION METHOD FOR QAM DEMODULATOR

### (57)Abstract:

PURPOSE: To quickly perform the waveform equalizing operation stably for a long time with respect to waveform equalization in a QAM demodulator.

CONSTITUTION: An orthogonal detection means 101 demodulates an input signal into an I signal and a Q signal. TRFs 102 to 105 take the I signal and the Q signal as the inputs to generate distortion eliminating signals. Adders 107 and 108 output the I signal and the Q signal where distortion is eliminated by addition or subtraction of outputs of TRFs 102 to 105. A control means 106 takes the output of the orthogonal demodulator 101 and outputs of adders 107 and 108 as the input to evaluate the extent of error at that time and obtains tap coefficients to be given to TRFs 102 to 105 while changing the feedback constant.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-335894

(43) 公開日 平成8年(1996)12月17日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 3/06			H 0 4 B 3/06	E
H 0 3 H 21/00		8842-5 J	H 0 3 H 21/00	
H 0 4 L 27/01			H 0 4 L 27/00	K

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-142885

(22) 出願日 平成7年(1995)6月9日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000233136

株式会社日立画像情報システム

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地

(72) 発明者 秋山 守慶

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所マルチメディアシステム開

発本部内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

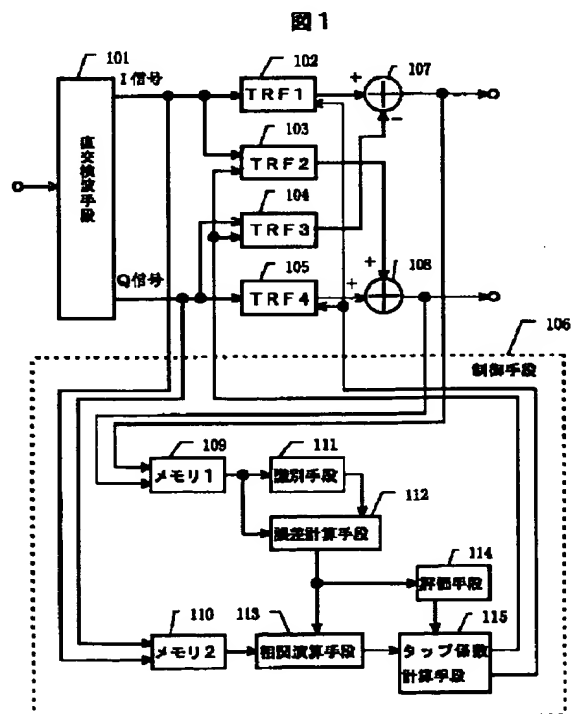
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 QAM復調器における波形等化方法

(57) 【要約】

【目的】 QAM復調器での波形等化において、高速かつ長時間安定に波形等化動作を行えるようにすることを目的とする。

【構成】 直交検波手段101は、入力信号をI信号とQ信号に復調する。TRF102~105は、前記I信号と前記Q信号を入力し歪みを除去する信号を生成する。加算器107、108は、TRF102~105の出力を加算または減算し、歪みを除去したI信号とQ信号を出力する。制御手段106は、直交復調器101の出力と加算器107、108の出力を入力し、その時点での誤差の大きさを評価し、帰還定数を変化させながらTRF102~105へ与えるタップ係数を求める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2つの直交する搬送波によって変調された I 信号と Q 信号を合成した伝送信号から、前記 I 信号と Q 信号を再生する直交復調器において、前記伝送信号を入力し I 信号と Q 信号を出力する直交検波手段と、前記直交検波手段の出力する I 信号を入力し自分自信の遅延波による歪みを除去するトランスバーサルフィルタ 1 と、Q 信号を入力し自分自信の遅延波による歪みを除去するトランスバーサルフィルタ 2 と、I 信号から Q 信号へのクロストークを除去する信号を生成するトランスバーサルフィルタ 3 と、Q 信号から I 信号へのクロストークを除去する信号を生成するトランスバーサルフィルタ 4 と、前記トランスバーサルフィルタ 1 の出力から前記トランスバーサルフィルタ 3 の出力を減算しクロストークを除去した I 信号を出力する第 1 の加算器と、前記トランスバーサルフィルタ 2、4 の出力を加算しクロストークを除去した Q 信号を出力する第 2 の加算器と、前記第 1、第 2 の加算器の出力と前記直交検波手段の出力を入力して、前記トランスバーサルフィルタ 1～4 を制御する制御手段を具備し、前記制御手段は、前記直交検波手段の出力を保持するためのメモリ 1 と、前記加算器の出力を保持するメモリ 2 と、前記メモリ 1 の保持するデータを識別する識別手段と、前記メモリ 1 の出力と前記識別手段の出力の差を計算する誤差計算手段と、前記メモリ 2 に保持されたデータと前記誤差計算手段の出力を入力し相関演算を行う相関演算手段と、前記相関演算手段の出力から前記トランスバーサルフィルタへ与える制御データを計算するタップ係数計算手段と、前記誤差計算手段の出力を入力し評価して前記タップ係数計算手段の制御量を可変する評価手段とを備え、前記タップ係数計算手段の制御量を変化させて波形等化を行うことを特徴とする QAM 復調器における波形等化方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の評価手段は、入力データを絶対値に変換する絶対値変換手段と、前記絶対値変換手段の出力するデータの大きさを比較する比較手段と、前記比較手段の出力を保持する記憶手段と、前記記憶手段の保持するデータが一定の条件を満たしているか判断する条件判断手段と、前記条件判断手段の出力を入力し、一定の条件を満たしたときに、前記タップ係数計算手段の制御量を変化させるタップ計算制御手段を備え、誤差の絶対値の最大値を評価関数として前記タップ係数計算手段の制御量を変化させることを特徴とする QAM 復調器における波形等化方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の評価手段は、入力データを絶対値に変換する絶対値変換手段と、前記絶対値変換手段の出力するデータを一定の個数だけ加算する第 3 の加算器と、前記加算器の出力を記憶する記憶手段と、前記記憶手段に保持するデータが一定の条件を満たしているか判断する条件判断手段と、前記条件判断手段の出力

を入力し、一定の条件を満たしたときに、前記タップ係数計算手段の制御量を変化させるタップ計算制御手段を備え、誤差の絶対値の総和を評価関数として前記タップ係数計算手段の制御量を変化させることを特徴とする QAM 復調器における波形等化方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、デジタル CATV、デジタル放送、デジタル通信等の QAM 復調器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 QAM 復調器等のデジタル復調器において、基準信号を使用しない波形等化手法として、IEEE Trans. Signal Proc. vol. 40, June, 1992, 1383 頁から 1398 頁の "Joint Blind Equalization, Carrier Recovery, and Timing Recovery for High-Order QAM Signal Constellation" において論じられているように、数種類のブラインド等化アルゴリズムが知られている。

【0003】 従来の波形等化方法では、電子通信学会技術報告、1984-10、33 頁から 40 頁の CS84-82 「自動波形等化器の長時間不安定性に関する検討」において論じられているように、長時間の等化動作でタップ係数が増大してゆき不安定になる発散と呼ばれる現象が問題となることがあったが、通信での波形等化では、長時間連続して使用する必要性がなく、動作が不安定になる危険は少なかった。また、データを破壊しても再送信することができた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、放送に使用する場合には、長時間連続的に使用するため、途中で発散する危険があった。しかも、途中でデータを再送信することができないという問題があった。

【0005】 本発明の目的は、上記問題点を解決し、長時間安定に波形等化動作を行うことができる波形等化方法を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的は、変調信号を直交検波する直交検波手段と、前記直交検波手段の出力から歪みを除去するトランスバーサルフィルタと、前記トランスバーサルフィルタの出力を加算または、減算する加算器と、前記直交検波手段の出力を保持するメモリ 1 と、前記メモリ 1 の出力を入力する識別手段と、前記メモリ 1 の出力と前記識別手段の出力を入力する誤差計算手段と、前記誤差計算手段の出力を入力する評価手段と、前記加算器の出力を保持するメモリ 2 と、前記メモリ 2 の出力と前記誤差計算手段の出力を入力する相関演算手段と、前記相関演算手段の出力と前記評価手段の出

力を入力し、前記トランスバーサルフィルタに与えるタップ係数を演算するタップ係数計算手段を備えることにより達成できる。

【0007】

【作用】前記直交検波手段は、直交振幅変調された信号を入力し、直交検波して出力する。前記トランスバーサルフィルタは、前記直交検波手段の出力を入力し、遅延波による歪みを除去する信号を生成する。前記加算器は、前記トランスバーサルフィルタの出力を加算または減算し、歪みを除去する。前記メモリ1は、前記直交検波手段の出力を保持する。前記識別手段は、前記メモリ1に保持するデータを送信データの多値数にあわせて識別する。前記誤差計算手段は、前記メモリ1の出力と前記識別手段の出力の差を計算する。前記メモリ2は、前記加算器の出力を保持する。前記相関演算手段は、前記メモリ2の保持するデータと前記誤差計算手段の出力との相関演算を行う。前記タップ係数計算手段は、前記相関演算手段の出力を入力し、前記評価手段に制御されてタップ係数を逐次的に計算して出力する。前記評価手段は、前記誤差計算手段の出力を入力して、その状態に応じて、前記トランスバーサルフィルタのタップ係数を逐次修正する1回の修正量を変化させて、前記トランスバーサルフィルタを制御する。

【0008】

【実施例】図1に、本発明の全体の実施例を示す。101は直交検波手段、102～105はトランスバーサルフィルタ（以下TRFと略す）、106は制御手段、107、108は、加算器、109、110はメモリ、111は識別手段、112は誤差計算手段、113は相関演算手段、114は評価手段、115はタップ係数計算手段である。

【0009】直交検波手段（101）は、直交振幅変調された信号を入力し、直交検波した2系統の信号を出力する。直交検波手段（101）の一方の出力をI信号、もう一方の出力をQ信号とする。

【0010】TRF1（102）は、I信号に含まれるI信号の遅延信号を除去して出力する。TRF2（103）は、Q信号に含まれるI信号のクロストーク成分を除去する信号を生成して出力する。TRF3（104）は、I信号に含まれるQ信号のクロストーク成分を除去する信号を生成して出力する。TRF4（105）は、Q信号に含まれるQ信号の遅延信号を除去して出力する。

【0011】加算器（107）は、TRF1（102）の出力からTRF3（104）の出力を減算し歪みの無いI信号を出力する。加算器（108）は、TRF2（103）とTRF4（105）の出力を加算し歪みの無いQ信号を出力する。

【0012】制御手段（106）は、直交検波手段（101）の出力と、加算器（107、108）の出力を入

力し、TRF1～4（102～105）を制御する。

【0013】次に、制御手段106の内部を説明する。

【0014】メモリ1（109）は、加算器（107、108）の出力を入力し保持する。メモリ2（110）は直交検波手段（101）の出力を入力し保持する。識別手段（111）はメモリ1（109）の出力を入力し、16値QAMならば4値に、64値QAMならば8値というように変調方式の多値数にあわせて識別した値を出力する。誤差計算手段（112）はメモリ1（109）の出力と識別手段（111）の出力の差を計算して出力する。

【0015】評価手段（114）は、誤差計算手段（112）の出力を入力しタップ計算手段（115）でのタップ係数の逐次修正における1回の修正量を制御する。

【0016】相関演算手段（113）は、メモリ2（110）の出力と誤差計算手段（112）の出力の相関演算を行い、その結果を出力する。タップ係数計算手段（115）は、相関演算手段（113）の出力を入力し、評価手段（114）に制御されてTRF1～4（102～105）へ与えるタップ係数を計算して出力する。タップ係数の計算は、以下の式のように行う。右辺第2項は、相関演算手段（113）の演算結果に帰還定数 $\alpha$ を乗じたものである。

【0017】

【数1】
$$\text{tap}(i, n) = \text{tap}(i, n-1) - \alpha \cdot \sum e(k) \cdot x(k-i)$$

$\text{tap}(i, n)$  : i番目のタップのn回目のタップ係数

$e(k)$  : 誤差計算手段（112）の出力する

k番目のデータ

$x(k-i)$  : メモリ2（110）に保持するk-i番目のデータ

$\alpha$  : 帰還定数

上式で帰還定数 $\alpha$ の値を大きくすれば収束が早くなるが、収束時の誤差が大きく発散しやすくなる。逆に $\alpha$ の値を小さくすると収束が遅くなるが、収束時の誤差は小さく発散しにくくなる。また、 $\alpha=0$ にすれば、タップ係数は更新されず一定になる。伝送系の状態が大きく変化していなければ、タップ係数一定でよいから、収束時点で $\alpha=0$ にしてタップ係数の修正を停止すれば、発散することなく安定な動作を行うことができる。そこで評価手段（113）は、上記の $\alpha$ の値を変化させて、タップ係数計算を制御することで、高速にかつ安定に波形等化動作を行わせることができる。

【0018】図2は、評価手段（114）の構成例を示すブロック図である。201は絶対値変換手段、202は比較手段、203は記憶手段、204は条件判断手段、205はタップ計算制御手段である。評価関数は、次式に示すように誤差の絶対値の最大値を使用する。

【0019】

【数2】  $J = \max(|e(k)|)$

絶対値変換手段(201)は、誤差計算手段(112)の出力を入力し、絶対値に変換して出力する。比較手段(202)は、絶対値変換手段(201)の出力を入力し、記憶手段(203)の出力と比較して大きいほうのデータを出力する。記憶手段(203)は、比較手段(202)の出力を保持する。条件判断手段(204)は、記憶手段(203)の保持するデータを評価関数として入力して、一定の条件を満たしている場合に、信号を出力する。タップ計算制御手段(205)は、条件判断手段(204)の出力を記憶しておき、タップ係数の修正回数と記憶しているデータから、タップ係数計算手段(115)で用いる帰還定数 $\alpha$ を変化させる。

【0020】これにより、評価関数を単純な比較計算だけで求めることができ、単純な構成で、最適な帰還定数を用いた波形等化を行うことができる。

【0021】図3は、評価手段(114)の図2とは別の構成例を示すブロック図である。301は絶対値変換手段、302は加算器、303は記憶手段、304は条件判断手段、305はタップ計算制御手段である。評価関数は、次式に示すように誤差の絶対値の総和を使用する。

【0022】

【数3】  $J = \sum |e(k)|$

絶対値変換手段(301)は、誤差計算手段(112)の出力を入力し、絶対値に変換して出力する。加算器(302)は、絶対値変換手段(301)の出力を入力し、記憶手段(303)の出力と加算してその結果を出力する。記憶手段(303)は、加算器(302)の出力を保持する。条件判断手段(304)は、記憶手段(303)の保持するデータを評価関数として入力し、一定の条件を満たしているときに、信号を出力する。タップ計算制御手段(305)は、条件判断手段(304)の出力を記憶しておき、タップ係数の修正回数と記憶しているデータから、タップ係数計算手段(115)で用いる帰還定数 $\alpha$ を変化させる。

【0023】この構成例では、多数のデータを平均化して評価関数を求めるため、図2の構成例よりも雑音の影響を小さくすることができ、雑音が多い場合にも使用できる。

【0024】図4に、制御手段(106)をソフトウェアで実現する場合の、処理の流れを示すフローチャートを示す。初期設定の後、必要なデータを取り込む。そのデータを用いて誤差計算を行う。その結果からタップ係数を計算する。また、誤差計算の結果を用いて評価関数の計算を行い、評価関数が一定の範囲内にあるときは、それが何回続くか数え、一定回数に達したときに帰還定数 $\alpha$ の値を減少する。設定している範囲内に評価関数が無い場合、 $\alpha$ が0まで減少していなければそのまま動作を続け、 $\alpha$ が0の場合は、伝送系の状態が変化したもの

とみなし、 $\alpha$ の値を増加する。それ以外の場合は、 $\alpha$ を変化させずにそのまま動作を続行する。この場合、従来の波形等化装置のソフトウェアを入れ替えるだけで実現できる。

【0025】図5にタップ係数の修正回数に対する評価関数値の例を図示する。

【0026】帰還定数の初期値を $\alpha 1$ 、次の値を $\alpha 2$ とする。 $\alpha 1$ の状態では波形等化を行うと誤差が減少するため、評価関数の値も減少していくが、一定のレベルに収束する。このとき収束したことを判断するために、 $b 1$ の範囲に評価関数が入る回数を数え、一定回数に達したときに、帰還定数を $\alpha 2$ に切替える。これにより、さらに、誤差を減少することができる。この場合も、収束したことを判定するために、 $b 2$ の範囲に評価関数が入る回数を数え、一定回数に達したときに、収束と判定し、 $\alpha$ を0にする。この時点で、評価関数は計算するが、タップ係数の修正は行わなくなる。次に、伝送系の状態が変化し、誤差が増加してくると、評価関数の値も増加をはじめ、 $a 3$ 時点で $b 2$ の範囲を越える。ここで、帰還定数を $\alpha 2$ に戻すことにより、再びタップ係数を最適な状態に修正する。

【0027】なお、この例では、帰還定数を $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、0の3段階にしているが、使用する伝送系の状態に応じて、もっと細分化してもよい。また、 $\alpha 2$ から0への切換と、0から $\alpha 2$ への切換を、ともに $b 2$ の範囲で行っているが、この範囲に差を持たせたり、入力信号の状態に応じて範囲を変えてもよい。さらに、0から切替える帰還定数を $\alpha 2$ 以外の値にすることもできる。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、誤差の量に応じて帰還定数を変化させることにより、誤差が大きいときは、タップ係数の修正量を大きくして高速に波形等化を行い、誤差が小さくなったときは必要以上にタップ係数の値を変化させないことで、高速かつ安定に波形等化動作を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示すブロック図である。

【図2】図1の評価手段の一構成例を示すブロック図である。

【図3】図1の評価手段の一構成例を示すブロック図である。

【図4】図1の制御手段を、ソフトウェアで実現する場合の処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】タップ係数の修正回数に対する評価関数の一例を示す図である。

【符号の説明】

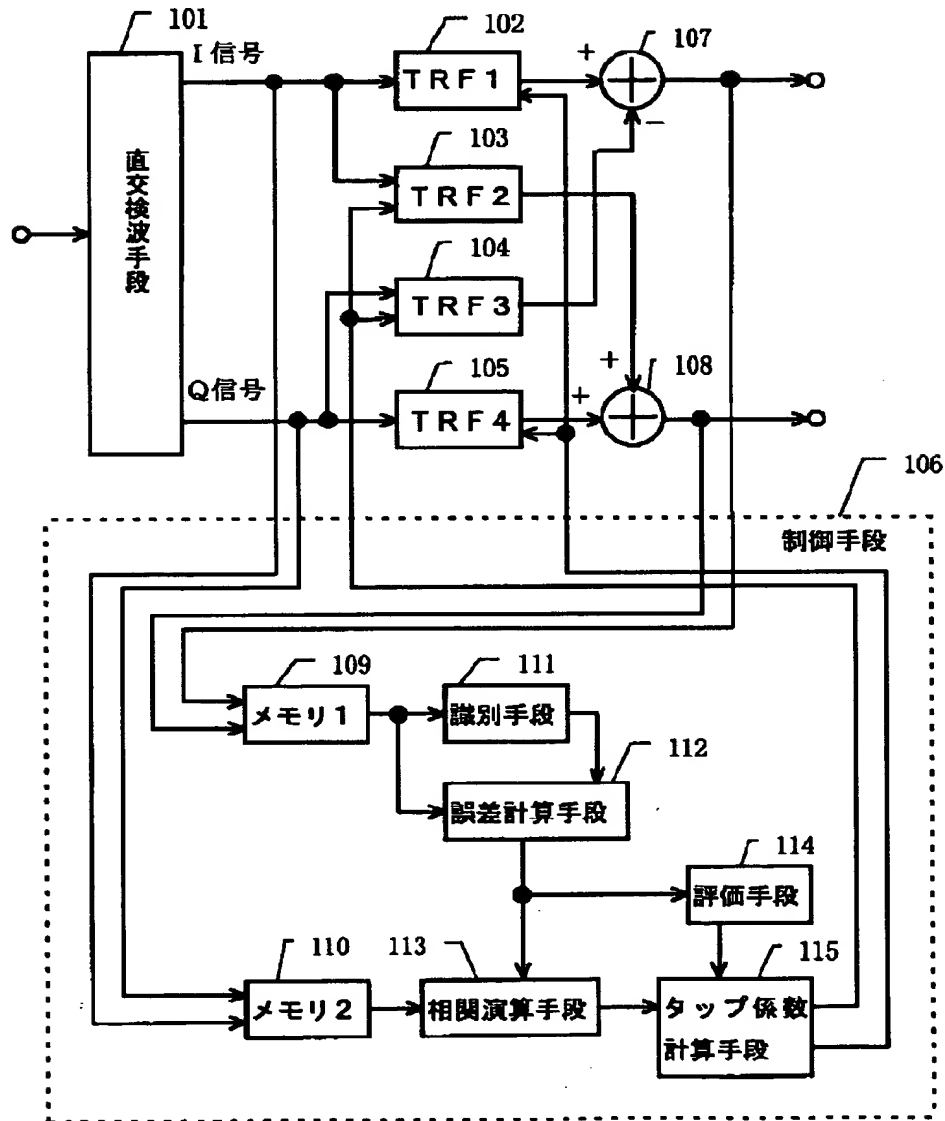
101…直交検波手段、102、103、104、105…トランスバーサルフィルタ、106…制御手段、107、108…加算器、109、110…メモリ、111…識別手段、112…誤差計算手段、113…相関演

算手段、114…評価手段、115…タップ係数計算手段、201、301…絶対値変換手段、202…比較手段、203、303…記憶手段、204、304…条件

判断手段、205、305…タップ計算制御手段、302…加算器。

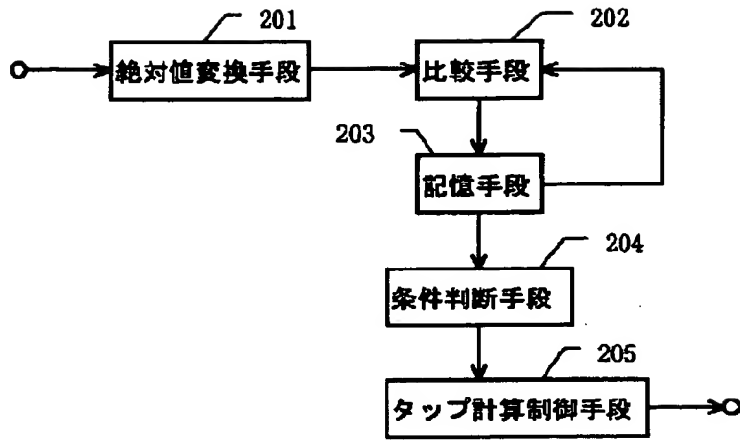
【図1】

図 1



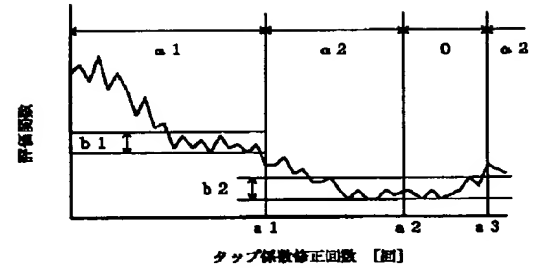
【図 2】

図 2



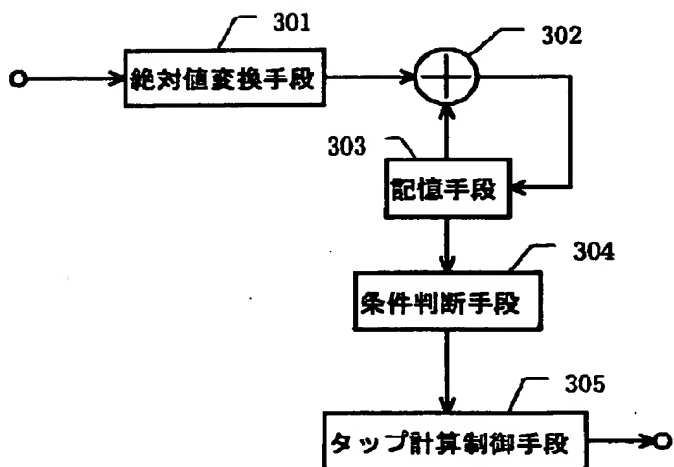
【図 5】

図 5



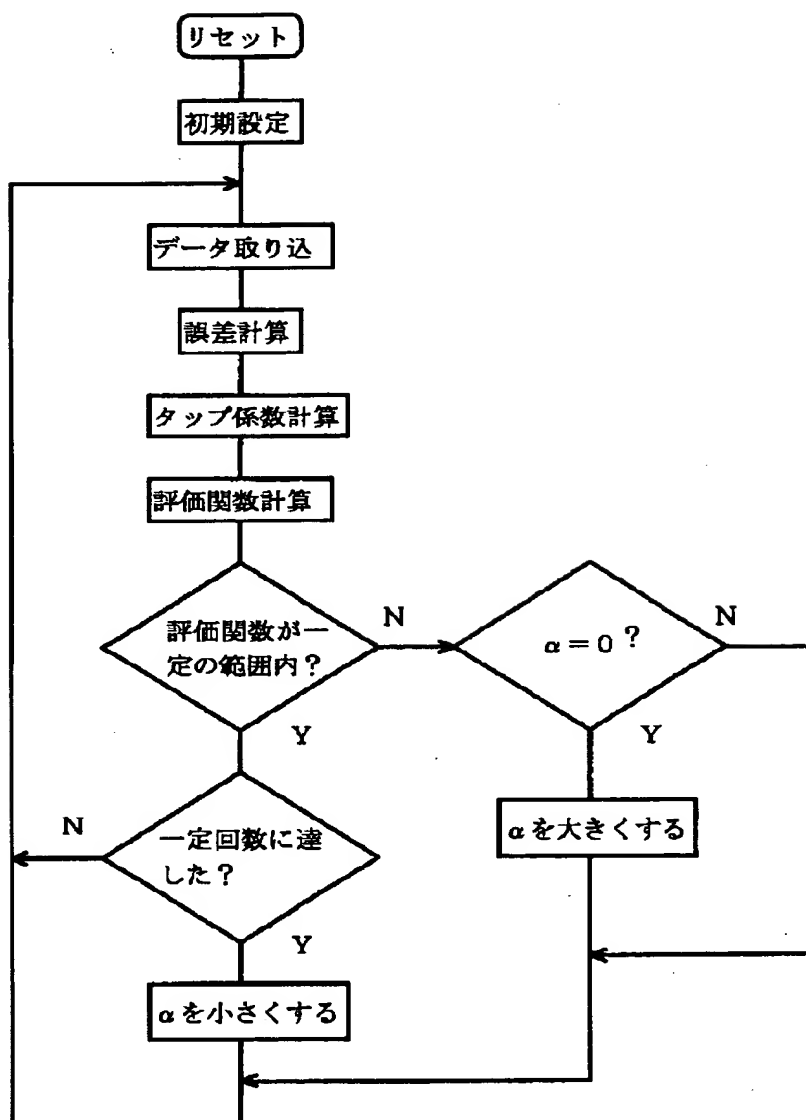
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4



フロントページの続き

(72) 発明者 鈴木 直  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立画像情報システム内

(72) 発明者 城杉 孝敏  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所マルチメディアシステム開  
発本部内

(72) 発明者 野田 勉  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所マルチメディアシステム開  
発本部内